Aus der
Konservierenden Abteilung des Zahnärztlichen Instituts der Universität Würzburg
Vorstand: Prof. Dr. Reinmöller Leiter: Prof. Dr. Dr. Münch

Histologische Untersuchungen am Zement menschlicher Zähne

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von Karl Lück, Zahnarzt, aus Saarburg

Würzburg 1937

Stieber-Druck, Landa

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg.

Referent:
Professor Dr. med. et Dr. med. dent. J. Münch.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet.

Schrifttum.

Bauer, W.: Ueber traumatische Schädigungen des Zementmantels der Zähne mit einem Beitrag zur Biologie des Zementes. Deutsche Monatsschr. f. Zahnhlkde. 1927, Heft 17.

— Die Appositions- und Resorptionsvorgänge an Knochen und Zähnen. Zeitschr. f. Stom. 1925, Heft 3.

Beck, P.: Beitrag zur Frage der Zementexostosen. 1932.

Bock, C.: Die Histogenese des Faserzementes. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilkde. 1926, Heft 13.

Bödecker, C. F. W.: Die Anatomie und Pathologie der Zähne. Wien und Leipzig 1896.

Euler—Meyer: Pathohistologie der Zähne. München 1927.

Gottlieb, B.: Histologische Befunde an umgelegten Wurzeln. Zeitschrift f. Stom. 1921, Heft 1.

Grund, A.: Appositions- und Resorptionsvorgänge am Zement. 1935.

Kronfeld: Die Zementhyperplasien an nicht funktionierenden Zähnen. Zeitschr. f. Stom. 1927, Nr. 12.

Meyer, W.: Die Vitalität des Zementes. Vierteljahresschrift f. Zahnheilkde. 43. Jhg. Berlin 1927.

Müller, K.: Beiträge zur Histologie des Zementes. 1930.

Münch, Josef: Klinik der konservierenden Zahnheilkunde. Leipzig 1931.

— Pathologische Histologie der Zähne. Misch, Fortschritte der Zahnheilkunde. Bd. V, 1. 1929.

— Ueber einen eigenartigen Erfolg einer orthodontischen Behandlung. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1927, Heft 16.

Praeger: Studien über das sekundäre Zement bei einem Fall von Parodentalpyorrhoe. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilkde. 1926.

Scheff, J.: Handbuch der Zahnheilkunde. I. Band. Wien und Leipzig 1909.

Shmamine, T.: Das sekundäre Zement. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen, H. 13. Leipzig 1910.

Walkhoff, O.: Die normale Histologie menschlicher Zähne. Leipzig 1924.

Weber, R.: Ueber die feineren Vorgänge bei der Histogenese des Zementes. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilkde. 1925, Heft 8.

Außer Schmelz und Dentin finden wir am menschlichen Zahn als dritte Hartsubstanz das Zement. Zunächst ein paar Worte über seine Entstehung. Als letzte und weichste der drei Hartsubstanzen entwickelt es sich aus dem Zahnsäckchen, und zwar aus dem Teil, der dem Wurzeldentin anliegt. Das Zahnsäckchen hat sich zur Zeit der Abschnürung der Zahnanlage gebildet und stellt eine sackartige Hülle von verdichtetem Bindegewebe um dieselbe dar. Diese sackartige Hülle steht in Verbindung, sowohl mit der Mundhöhlenschleimhaut, als auch mit dem Periost des Kieferknochens, der sich in der Umgebung der Zahnanlage bildet. Während sich aus dem Teil des Zahnsäckchens, welcher dem Wurzeldentin anliegt, wie schon erwähnt, das Zement bildet, wird die periphere Schicht des Zahnsäckchens zur Wurzelhaut und zum Periost des anliegenden Knochens. Münch sagt über die Zementbildung folgendes:

„Die Zementbildung geht in der Weise vor sich, daß die in die Tiefe gewachsene und für die Zahnwurzel formgebende Epithelscheide von den Spindelzellen des Zahnsäckchens durchbrochen wird. Letztere werden nun zu Zementbildungszellen, auch Zementoblasten genannt, und lassen zahlreiche, senkrecht zur Wurzeloberfläche verlaufende Bindegewebsfibrillen zwischen sich. Diese in das Zement einstrahlenden Fasern tragen einerseits zusammen mit den Zementoblasten zur Zementbildung bei, andererseits inserieren sie an der Alveole und dienen zur Befestigung des Zahnes im Kiefer."

Somit bildet das Zement eine Schicht zwischen Zahn und Alveolarknochen, die man gewissermaßen als Bindeglied ansehen kann. Ursächlich sind also als Muttersubstanz für Zement und Knochen gemeinsame Bindegewebszellen des Periodonts anzusprechen. Das Zement ist demnach gleicher Herkunft wie das Knochengewebe, gleicht im großen und ganzen demselben und ist trotzdem nicht mit diesem gleichzusetzen. Am besten bezeichnet man Zementgewebe als knochenähnliche Substanz.

Meine Aufgabe ist es, histologische Untersuchungen an dieser dritten Hartsubstanz, dem Zemente vorzunehmen. Die Untersuchung der Präparate geschah:

1. In Schliffen. Diese wurden so hergestellt, daß die unentkalkten Zähne unter ständigem Anfeuchten auf Schleifsteinen von immer feinerer Körnung so dünn geschliffen wurden, bis sie unter dem Mikroskop bei starker Abblendung noch gut durchsichtig waren. Die Schliffe wurden

dann unter fließendem Wasser mittels feinem Haarpinsel sorgfältig ausgewaschen, zwischen faserfreiem Papier getrocknet und in auf 80° erwärmten Kanadabalsam eingebettet.

2. In Schnitten. Die Zähne, die sofort nach der Extraktion in 10% Formalinlösung fixiert und aufbewahrt wurden, werden in fünfprozentiger Salpetersäure, die täglich erneuert wurde, entkalkt. Nach einer Dauer von 4—5 Wochen waren die Zähne soweit entkalkt, daß man sie mit dem Mikrotom, nachdem sie in Kohlensäureschnee eingebettet worden waren, schneiden konnte. Gefärbt wurden die Schnitte, wie folgt:

Schnitte aus aqua dest. Thioninlösung 1 : 10
(verdünnt mit aqua dest.)
Abspülen in aqua dest. Pikrinsäure ca. 1 Minute.
Abspülen in aqua dest. 2 × Alkohol 96%, Carbolxylol
Einbetten in Kanadabalsam.

Das Zement umhüllt normalerweise die anatomische Zahnwurzel in fast gleichbleibender Dicke. Am stärksten ist es im allgemeinen an der Wurzelspitze angelagert, während es sich zum Zahnhals hin etwas verjüngt. In vereinzelten Fällen nur greift das Zement etwas über den Schmelzrand. Dabei ist zu beachten, daß die Struktur des Zementes bei allen Zähnen am Zahnhals eine andere als an den Wurzelspitzen bzw. Bifurkationsstellen ist. Die erste Abbildung zeigt uns am Zahnhals einen dünnen, homogenen Zementmantel ohne Zementkörperchen, während an der Wurzelspitze dickeres von zahlreichen Zementkörperchen, oft lamellös angeordnetes Zement zu sehen ist. (Siehe auch Abb. 8).

Aber nur selten finden wir Zähne, die den geschilderten idealnormalen Befund zeigen. Meistens ist es zu Veränderungen am Zahnzement gekommen, Veränderungen, die durch physiologische sowie pathologische Vorgänge hervorgerufen worden sind. Solche Vorgänge äußern sich vor allem in Resorptions- und Appositionserscheinungen. Das neu gebildete Zement unterscheidet sich teilweise in seinem histologischen Bau von dem Primärzement. Nach Shmamine hat nur das sog. dünne Zement, das gewöhnlich in der Zahnhalsgegend zu finden ist, die echte Natur des normalen Zementes, während das sog. dickere Zement, welches dem Knochengewebe ähnelt, kein normales Zement mehr ist. Er sagt:

> „Wenn man irgendein Gewebe als normal bezeichnet, so darf es nicht bei verschiedener Lokalisation und verschiedener Dicke so große Strukturunterschiede zeigen, wie dies beim dünnen und dicken Zement der Fall ist."

Shmamine will beobachtet haben, daß das sog. dünne Zement nicht nur die Zahnhalsgegend bedeckt, sondern auch ziemlich tief, beinahe bis zum Apex hinab seinen Bau behält.

Das dünne Zement ist durch seine typische Struktur, nämlich den, wie v. Ebner sagt, senkrecht zur Oberfläche gerichteten Fibrillenbündeln, den nach Bödecker spindelförmigen Protoplasmakörpern von echtem

Knochengewebe zu unterscheiden. Ferner sind fast alle Autoren der Meinung, daß Zementkörperchen im dünnen Zement vollständig fehlen.

Dem Knochengewebe sehr ähnlich ist das dicke Zement. Verschiedene Formen von Zementkörperchen sind vorhanden, Lamellenschichten und Lamellenzwischenschichten sind zu sehen. Bödecker sagt wörtlich:

„Im Wurzelabschnitt des Zementes beobachten wir eine deutliche Lamellierung und begegnen hier zahlreichen verzweigten Protoplasmakörperchen, den Zementkörperchen, von großer Aehnlichkeit mit Knochenkörperchen."

Es soll nun einerlei sein, ob nur das dünne, keine Zementkörperchen enthaltende Zement als normal bezeichnet werden kann oder nicht, uns interessieren die Veränderungen am Zement.

Vorher aber möchte ich mich noch mit den Zementkörperchen selbst befassen. Es sind nach Shmamine Protoplasmakörper, die mit einem zentralen Kern versehen sind. Im Kerne erkennt man bei guten Präparaten viele Kernkörperchen. Die Form der Zementkörperchen ist sehr mannigfaltig. Wir finden teils spindel-, teils sternförmige, oft ovale bis kugelige und polygonale Formen. Eine regelmäßige Verteilung der Zementkörperchen liegt nicht vor, manchmal liegen sie einzeln, dann wieder dicht zu Haufen beieinander. Untereinander stehen die Zementkörperchen durch ihre oft büschelartigen Ausläufer in Verbindung. (Siehe Abb. 2).

Die Frage, ob die Ausläufer der Zementkörperchen auch mit den Dentinkanälchen anastomosieren, ist in der Literatur Gegenstand mannigfacher Erörterungen.

Ehe ich nun auf diese Erörterungen eingehe, soll die Grenzschicht des Dentins gegen das Zement noch kurz beschrieben werden. Diese Grenzschicht bildet die Tomes'sche Körnerschicht, die fast regelmäßig am Hals- und Wurzelteile des Zahnes vorkommt. Es sind winzige Globularmassen, deren Zwischenräume, die aus Zahnbeingrundsubstanz bestehen, unverkalkt geblieben und in trocken gewordenen Schliffen deshalb lufthaltig geworden sind. Diese sog. Interglobularräume stellen sich wie eine körnige, dunkle Masse vor. (Abb. 2).

Nun zurück zu unserer Frage. Charles S. Tomes wies schon auf den Zusammenhang von Dentinkanälchen mit Zementkörperchen hin. Er schreibt an einer Stelle:

„Viele Zementlacunen stehen durch die canaliculi mit den Endigungen der Dentinkanälchen in Verbindung und kommunizieren durch dieselben miteinander."

An anderer Stelle lesen wir:

„Das Zement ist sehr eng, ja untrennbar mit dem Dentin vermittelst dessen Körnerschicht verbunden, und die Vereinigung beider Gewebe ist eine so innige, daß es oft schwer zu sagen ist, an welchem Punkte das eine Gewebe in das andere übergeht."

Bödecker nimmt ebenfalls eine Verbindung von Dentinkanälchen und Zementkörperchen an, wenn er schreibt:

„Die Dentinfasern stehen entweder in direkter Verbindung mit gröberen Ausläufern der Protoplasmakörper des Zementes, oder die Verbindung wird durch das der Grundsubstanz des Dentins und Zements gemeinsame helle Netzwerk hergestellt. Letztere Einrichtung überwiegt am Zahnhalse, wo die Grundsubstanz des Dentins nicht von größeren Fortsätzen der Dentinfasern, sondern nur von einem zarten Netzwerk durchzogen ist, welches die Verbindung zwischen Dentin und Zement mittelbar herstellt."

Dieselbe Ansicht vertritt Münch, wenn er in seiner „Klinik der konservierenden Zahnheilkunde" schreibt:

„Von diesen Zementkörperchen strahlen eine Reihe von Fortsätzen aus, die häufig miteinander in Verbindung treten und auch gelegentlich mit den Endigungen der Dentinkanälchen kommunizieren."

Entgegengesetzter Ansicht ist Walkhoff, er sagt:

„Die Zementkörperchen haben eigene Wandungen, ihre Ausläufer verzweigen sich oft büschelförmig. Dagegen muß ich es stark bezweifeln, daß sie mit den Dentinkanälchen kommunizieren."

Scheff ist ebenfalls dieser Meinung, wenn er folgende Worte veröffentlicht:

„Die Verbindung von Zahnbein und Zement geschieht durch einfache Anlagerung, ohne daß eine Kontinuität der Elementarteile des einen Gewebes mit denen des anderen stattfindet."

Der dritte Vertreter dieser Ansicht ist Shmamine, der sich sehr eingehend mit dieser Frage beschäftigt. Das Ergebnis seiner Untersuchungen faßt er wie folgt zusammen:

„Trotz genauester Durchsicht aller dieser Präparate konnte ich auch nie ein derartiges Bild, wie das von Bödecker angeführte, finden, als ob die Verbindung beider Ausläufer tatsächlich normalerweise schon von Anfang an bestanden hätte. In meinen vielen Serienschnitten sah ich die Ausläufer der neugebildeten Zementkörperchen in der Nähe der Grenzlinie zwischen Dentin und Zementgewebe meistenteils nicht nach dem Dentin, sondern fast regelmäßig nach dem Periodontiumgewebe zu sich richten. Wenn man auch zufällig einmal ein solches Bild findet, in dem scheinbar eine Verbindung beider Ausläufer vorhanden ist, so wird man bei genauerem Studium diese Verbindung als eine scheinbare erkennen, da die beiden Endigungen an der Grenzlinie wie zusammengefügt, verkittet erscheinen. Mir scheint immer eine Grenze zwischen Dentin und Zement vorhanden zu sein, so daß das feine Lücken- oder Kanalsystem beider Hartgewebe des Zahnes wenigstens direkt nicht ineinander übergehen kann."

Kantorowicz endlich erklärt, ohne überhaupt näher auf den Zusammenhang einzugehen:

„Die Zementzellen kommunizieren nicht mit den Ausläufern der Dentinkanälchen."

v. Ebner, der zunächst ebenfalls den Zusammenhang von Zahnkanälchen mit Zementkörperchen in Abrede gestellt hatte, schreibt später:

„Doch kommen ausnahmsweise auch Verbindungen von Knochenhöhlen des Zementes mit Zahnkanälchen vor."

In einzelnen meiner Präparate konnte ich ab und zu, wenn auch deutlich, diese Verbindung verfolgen.

Ob aber das Zement durch Vermittlung der Dentinkanälchen von Pulpa her seine Nahrung erhält, ist eine andere Frage.

Es mag sein, daß die Grenzschicht zwischen Dentin und Zement n Teil Nahrung von der Pulpa erhält, die ganze Ernährung des nentes auf diesem Wege ist nach Meinung fast sämtlicher Autoren usagen ausgeschlossen. Wir müssen uns also nach einer anderen Erungsmöglichkeit umsehen. Diese besteht in der Ernährung der nentzellen durch direkte Kommunikation ihrer Ausläufer mit dem iodontium. Die Zementkörperchen, die nahe an der Oberfläche gen, kommunizieren mit dem Periodontium direkt durch ihre Ausfer, die sich alle nach dem Periodontiumgewebe zu richten und in selbe einmünden. Auf der anderen Seite stehen wieder die Zementperchen untereinander durch ihre Ausläufer in Verbindung (Siehe b. 2), sodaß wir ein geschlossenes Netz vor uns haben. Nicht selten den wir, daß die Wurzelhaut in das Zement eingewuchert ist, wie aus der dritten Abbildung sehen. Auf der Abbildung sehen wir ter die vielen Zementkörperchen, die am Rand des Zementes äufter vorkommen als dentinwärts. In der vierten Abbildung den wir im Zementgewebe eingelagert Periodontiumgewebe mit tgefäßen.

Shmamine bezeichnet diese Gewebsinseln als Fistula cementi. Er chreibt sie folgendermaßen:

„Andererseits finde ich manchmal in hochgradigem hyperplastischen Zementgewebe eingeschlossen Periodontiumgewebe mit Blutgefäßen. Dieses umschlossene Periodontiumgewebe erscheint in den Schnitten manchmal rundlich, längsoval, lang spindelförmig oder röhrenförmig. Sein Zusammenhang mit der Wand des neugebildeten Zementes ist sehr innig, ebenso wie das gewöhnliche Verhältnis zwischen der Oberfläche des neugebildeten Zementes und dem Periodontiumgewebe. Also es lebt."

Daß der Zusammenhang sehr innig ist, wie Shmamine sagt, zeigen h meine Abbildungen. Shmamine teilt die Fistula ein in Fistula enti incompleta und in Fistula cementi completa, je nachdem sie t dem Periodontium oder mit Pulpa und Periodontiumgewebe in

Verbindung stehen. Das letztere kommt selten vor, denn das Vo
men von Zement in der Pulpakammer ist als eine Irregularitä
zusprechen. Wenn auch in manchen Schnitten das eingelagerte P
dontalgewebe vollständig von Zement eingeschlossen zu sein schei
soll man an Hand von Serienschnitten sehen, daß die Fistula ce
meistens mit dem Periodontium in Verbindung steht. Nach Shmar
Meinung handelt es sich entweder um einen von vornherein vo
denen Nebenwurzelkanal, den man zu den Anomalien rechnen muß,
es kann sich aber auch bei diesen Fistula cementi um Gewebsi
handeln, die durch irgendeinen Umstand nicht an der Zementbil
teilnahmen und von der Umgebung eingeschlossen wurden, ohne
die Verbindung mit dem Muttergewebe zu verlieren. Daß immer
in jedem Fall diese Fistula mit dem Periodontium in Verbin
stehen, möchte ich allerdings bezweifeln. Vielmehr könnte es
bei einem überstürzten Anbau von neuem Zement zu völligem
schluß des Wurzelhautgewebes kommen.

Die dritte Möglichkeit des Stoffwechsels besteht in der Ernäh
der Zellen durch sog. Saftkanälchen, welche das Zement netzartig d
ziehen. Es müßte demnach ein Kanalsystem in der Grundsubstanz
handen sein. Bödecker spricht, wie bereits oben bei der Frage
Anastomose zwischen Dentinkanälchen und Zementkörperchen angef
von einem der Grundsubstanz des Dentins und Zements gemeins
hellen Netzwerk. An einer anderen Stelle faßt Bödecker seine Ergeb
zusammen:

> „Das Zement ist ebenso wie gewöhnlicher Knochen mit Lak
> und Kanälchen versehen. Die Lakunen enthalten kerntrag
> Protoplasmakörper, die Kanälchen hingegen Fortsätze der le
> den Materie des Protoplasma. Die ganze Grundsubstanz
> Zementes ist von einem zarten Netzwerk durchzogen, welches
> Wahrscheinlichkeit nach lebende Materie enthält, obgleich diese
> in den von der Peripherie des Protoplasmas und dessen größ
> Fortsätzen abziehenden stachelförmigen Verlängerungen kenntlich
> Die lebende Materie des Zementes steht in direktem Zusam
> hange mit jener des Periosts und des Dentins, entweder durc
> der Interzonalschicht eingelagerte Protoplasmakörper oder
> mittelbar mit den Dentinfasern."

Der Verfasser betont allerdings, daß diese Einrichtung am Z
hals überwiegt, also fast nur im normalen Zement vorkommt.

Shmamine spricht von vielen punktförmigen Linien, die in
Grundsubstanz des sog. dünnen Zementes, senkrecht nach der Zem
oberfläche verlaufen. Die Linien zeigen sich als lückenartiges Ka
system. Von diesen sagt Shmamine wörtlich:

> „Diese Kanalsysteme kommunizieren auch mit länglichen Lü
> räumen, welche keinen Kern enthalten und ihre Längsachse
> meistenteils fast senkrecht zur Oberfläche richten. Sie sind me
> Meinung nach als Saftkanälchen oder Saftlücken des Zementgew

zu deuten, die mit dem Periodontium kommunizieren und dadurch das Zementgewebe ernähren."

Ich komme nun zu den Veränderungen des Zementes zurück. In der Literatur lesen wir dafür die verschiedensten Namen. Exostose ist wohl die älteste Bezeichnung und stammt von Galenus. Frank Abott führte den Namen Hyperostose ein. Andere Autoren unterscheiden wieder zwischen diesen beiden Bezeichnungen, je nachdem die Zementbildung circumscript oder mehr flächenhaft ausgebreitet ist. Um 1890 schlägt Weil die Benennung Zementhyperplasie vor. Außer diesen finden wir Namen wie: Zementhypertrophie oder Hypercementitis, Exzementose und endlich die Bezeichnung „das sekundäre Zement". Shmamine geht näher auf die einzelnen Namen ein und hält seine Bezeichnung „das sekundäre Zement" für die allein richtige.

Verschiedentlich lesen wir von einem Vorkommen von sogenannten „primären Zementexostosen". Das sind Zementauswüchse, für deren Entstehen keine Ursache zu finden war. Man rechnete sie einfach zu den primären Bildungsanomalien. Während Gottlieb und auch Shmamine ihr Vorkommen bezweifeln, sind Euler—Meyer und Beck der Ansicht, daß diese Zementhöcker, wie sie auch genannt werden, vereinzelt auftreten. Histologisch soll die Struktur dieses Zementes vollkommen homogen gewesen sein, Zementkörperchen und eine Lamellierung sollen gefehlt haben. Bei meinen Untersuchungen konnte ich einen solchen Befund nicht feststellen, vielmehr handelte es sich jedesmal um rein sekundäres Zement. Im folgenden wollen auch wir diese Bezeichnung beibehalten.

Sehr nahe liegt nun die Frage: Wie kommt es zur Bildung von sekundärem Zement, und wie geht diese Zementbildung vor sich?

Fast alle Autoren sind sich einig, daß die Bildung von sekundärem Zement, die wir Zementapposition nennen wollen, durch physiologische bzw. pathologische Reize bedingt ist. Trotz vieler Forschungsarbeiten in den letzten Jahren können wir nicht eine Grenze zwischen physiologischer und pathologischer Bildung von sekundärem Zement ziehen.

Ein Verfechter der rein physiologischen Ansicht ist Gottlieb. Nach ihm besteht zwischen Zement und Alveolarknochen ein innerer Zusammenhang. Er sagt:

„Wird der Periodontalraum durch Schwund des Alveolarknochens verbreitet, so ist es Sache des Zementes mit „hoher Vitalität" durch Neuanlagerung sich so zu verbreitern, daß der Periodontalraum wenigstens einigermaßen wieder normalen Durchmesser hat und funktionell sichergestellt bleibt."

Daß diese Auflagerung neuen Zementes mit der Vitalität des Zementes irgendwie im Zusammenhang steht, schreibt auch Meyer, der sich sehr eingehend mit der „Vitalität des Zementes" befaßt hat. Mit Präger nimmt er an, daß eine gewisse Aufgabe bei Zementappositionen auch dem Periodontium zufalle. Präger nennt ja auch das Zement „das geformte Sekret der Wurzelhaut". Er glaubt, daß es vor allem funktionelle Ursachen sind, die eine Zementanlagerung bewirken.

Bödecker ist der Meinung, daß alle Appositionen nur vom Zemente ausgehen können, weil er annimmt, das Zement werde einzig und allein von der Pulpa aus ernährt. Bei ihm lesen wir:

„Wenn ein Zahn seiner Ernährung von seiten der Pulpa beraubt wird, möchte ich die Möglichkeit einer Knochenneubildung am Zemente bezweifeln, und war vorher schon eine solche Neubildung vorhanden, dann muß deren Wachstum aufgehört haben von dem Augenblick an, in welchem die Pulpa zugrunde gegangen ist."

Dieser Ansicht kann ich nicht folgen, da die vollständige Ernährung des Zementes von der Pulpa aus, wie ich bereits beschrieben, doch höchst unwahrscheinlich ist.

Shmamine steht im Gegensatz zu Gottlieb und Meyer. Er glaubt nicht an die Bildung sekundären Zementes, die durch die sogenannte „Vitalität" vom Zement ausgehen soll. Seine Ansicht faßt er wie folgt zusammen:

„Das sekundäre Zement wird meiner Meinung nach von nutritiv gereizten proliferierenden Bindegewebszellen des Periodontium ausgeschieden."

Als ätiologischer Faktor kommt nach ihm ein chronischer Reiz in Frage. Nach der Art des Reizes und der Art der darauf folgenden Veränderungen ordnet er das sekundäre Zement in drei Gruppen:

„A. Die idiopathische Form (einfache Form).
B. Die Resorptionsform (kombinierte, durch Resorptions- und Appositionsvorgänge entstandene Form).
C. Die Verwachsungsform (isolierte Form)."

In die erste Gruppe reiht er diejenigen Formen ein, die man bis dahin als physiologisch angelegt bezeichnet hatte. Ursache ist vor allem jeder mechanische chronische Reiz, z. B. zu starker Kaudruck. Der Kaudruck, der ja auf die Zahnkrone ausgeübt wird, pflanzt sich auf die Bindegewebszellen des Periodontiums fort, und zwar werden dabei die Zellen, die dicht am Zement liegen und mit ihrer medialen Seite diese dritte Hartsubstanz berühren, am meisten gereizt. Dieser stetige Reiz wirkt auf die Zellen „nutritiv" d. h. er begünstigt ihren Stoffwechselprozeß. Die Zellen nehmen Nahrung auf, werden größer, teilen sich schließlich und haben dann bei einem rundlichen oder ovalen Aussehen viel Protoplasma. Nach der Teilung nähern sie sich immer mehr der Zementwand, wo sie sich in einer Reihe ordnen und Kalk sezernieren. Sie heißen jetzt „Zementoblasten". Nach der Kalkabsonderung schrumpfen sie und werden zu spindelförmigen Bindegewebszellen, die sich wieder, wie im normalen Zustand, zwischen Periodontium und Zement ordnen. Bei jedem neuen Reiz spielt sich nun derselbe Vorgang ab. Solange der Reiz gleichmäßig bleibt, werden keine Zellen im Zement eingeschlossen. Wir finden dann feine Lamellenlinien ohne Zementkörperchen. Wirkt nun der Reiz ungleichmäßig, einmal stärker, einmal schwächer, so ändert sich das histologische Bild. Bei der ungleichmäßigen und überstürzten Zementablagerung wird ein Teil dieser Binde-

gewebszellen im Zement eingeschlossen. Diese Zellen zeigen sich im Präparat als Zementkörperchen. (Abb. 2).

Die wohl am häufigsten beobachtete Form des sekundären Zementes ist die Resorptionsform. Hatten wir es bei der vorhin beschriebenen Form nur mit einer Neubildung zu tun, so geht bei der jetzt zu beschreibenden Form immer ein Neubildungs- mit einem Resorptionsprozeß Hand in Hand, weshalb diese Form auch noch „kombinierte Form" genannt wird. Wann tritt nun eine Resorption am Zement ein?

1. Bei dem Abbau der Milchzähne, der durch Druckatrophie hervorgerufen wird;
2. bei jeder chronischen Entzündung, die mit Bildung von Granulationsgewebe einhergeht.

Im letzteren Falle sind es die Riesenzellen des Granulationsgewebes, die die Resorption bewirken. Dieser Resorptionsprozeß wirkt am bleibenden Zahn nicht dauernd, im Gegensatz zur Resorption am Milchzahn, sondern sistiert nach einer bestimmten Zeit, da ja die chronische Entzündung einmal stärker, einmal schwächer verläuft. In diesem Augenblick können Reparationsvorgänge einsetzen. In die sogenannten Resorptionslakunen, die buchtenartig verlaufen, einen zerklüfteten Rand zeigen und sich oft nicht nur bis tief ins Zement, sondern bis tief in das normale Dentin verfolgen lassen, tritt vom Periodontium her Bindegewebe ein. Die Bindegewebszellen werden nutritiv gereizt, kurz, es spielt sich der gleiche Vorgang wie schon oben beschrieben ab. Histologisch sind die beiden Formen des sekundären Zementes sehr leicht zu unterscheiden. Sieht man zerklüftete Buchten, deren Konvexität nach der Pulpaseite zeigt, so kann man ruhig annehmen, daß es sich um die kombinierte Form handelt. Sind Riesenzellen in der sekundären Anlagerung zu sehen, so bekräftigt das unsere Annahme.

Als dritte Form sekundären Zementes bleibt noch die Verwachsungsform (isolierte Form). Wir finden in der Wurzelhaut harte Neubildungen, die sogenannten Zementikel. Diese stellen keine homogen verkalkte Masse dar, sondern sie sind vielmehr durch Kalkproduktion der Bindegewebszellen um einen Kern herum gebildet. Einzelne nekrotische, aus dem Stoffwechselverband ausgeschaltete Zellen haben auf die Bindegewebszellen des Periodontiums als Fremdkörper gewirkt und diese nutritiv gereizt. Die so gereizten Zellen produzieren Kalk, der den Fremdkörper umlagert. Durch immer weitere Kalkanlagerungen vergrößern sich die Zementikel und verwachsen schließlich mit dem ursprünglichen Zementgewebe. Mikroskopisch erkennen wir einen Zementikel an dem zwiebelartig lamellösen Bau. In seiner Mitte finden wir einen Kern, der wie Rundzellen aussieht.

W. Bauer, Innsbruck, lehnt ebenfalls die Theorie Gottliebs von der „Vitalität" des Zementes ab. Er sagt:

> „Immer und überall sind An- und Abbau am Zement auf mechanisch-funktionell oder entzündlich bedingte Reize des dem Zement anliegenden Keimgewebes zurückzuführen."

Während Zilz, ein Verfechter der Lehre Shmamines, schreibt, er könne dessen Befunde Wort für Wort unterschreiben, sind Weber und Bock Gegner dieser Anschauung. Zunächst stellt Weber und Später auch Bock eine neue Theorie auf.

Weber geht von den Vorgängen der Knochenbildung aus und kommt zu dem Resultat, daß die Bildung des sekundären Zementes im Wesen nichts anderes sei als eine Knochenbildung. Die Zementbildung verläuft nach ihm in folgenden Bahnen. Durch irgendwelche Ursachen nimmt das periodontale Bindegewebe eine andere Struktur an. Der Bau des Gewebes erfährt eine Auflockerung, wodurch Maschenräume, die teils mehr, teils weniger geschlossene Höhlen darstellen, gebildet werden. Das Bindegewebe hat „eine mesenchymale Struktur" angenommen, bei der es zur Loslösung von Kernplasmamassen gekommen ist. Die Bindegewebszellen haben eine Umdifferenzierung erfahren und sind zu Zementoblasten geworden. Diese werden bei völlig wabenähnlichem Verschluß der Maschenräume zu Zementkörperchen. Weber sieht also das sekundäre Zement als eine bindegewebige Bildung an. Für die Ausfällung von Kalk macht er eine Umstimmung des Stoffwechsels verantwortlich.

Bock sucht im Anschluß an Webers Arbeit die Bildung von Faserzement zu erklären. Er schreibt:

> „Auch bei der Bildung des Faserzementes finden wir dieselben Veränderungen wieder, wie bei der Histogenese des Knochenzementes. Hier wie dort nimmt das Bindegewebe eine jugendliche „mesenchymale Struktur" an, es kommt zur Loslösung von Kernplasmamassen, zu einer Differenzierung der ursprünglichen Bindegewebszellen zu Zementoblasten. Diese werden aber beim Faserzement nicht in die Grundsubstanz eingemauert."

Häupl und Lang suchen die Bildung von sekundärem Zement auf mechanisch-funktionelle Ursachen zurückzuführen.

Münch sieht in traumatischen Schädigungen die Ursache für Zementappositionen. Nach ihm geht die Regeneration eines Zementdefektes durch Zementneubildung in zwei Formen vor sich.

> „Gewöhnlich wird der Defekt durch eine einfache Anlagerung von lamellösem Zement, in welchem wenige oder gar keine Zementkörperchen enthalten sind, ausgeglichen oder aber es sind zunächst Zementkörperchen in großer Anzahl vorhanden, sie werden allmählich spärlicher, bis sie allmählich wieder der Lamellenzeichnung Platz machen."

Bei der Durchsicht meiner Präparate fiel mir auf, daß bei Zementanlagerungen vor allem Wurzelspitzen und bei mehrwurzeligen Zähnen außerdem die Bifurcationsstellen betroffen waren (Abb. 3). Auch hierüber wurden die verschiedensten Theorien aufgestellt.

Praeger stellte Untersuchungen an stark paradentitischen Zähnen an. Er führt die Zementanlagerungen auf degenerative Prozesse zurück. Ferner möchte er die Zahnknochenverbindung als Gelenk ansehen. Bei Gelenkerkrankungen kann sich ja bekanntlich in den bindegewebigen Ge-

lenkteilen massenhaft Knochen bilden, in unserem Falle Zement. — Hier möchte ich noch kurz seine Einteilung des Zementes einflechten. Er teilt das neugebildete Zement ein:

1. in solches mit Sharpey-Faserstruktur
2. in solches ohne Sharpey-Faserstruktur.

In beiden Zementarten sollen Zellräume mit oder ohne Zellen und Längsstreifung, die auf periodenweiser Verkalkung beruht, vorkommen. —

Euler—Meyer ist der Ansicht, daß entzündliche Reize, ausgehend von einem periapicalen Herd (Granulom) für Zementappositionen in der Peripherie des Herdes verantwortlich zeichnen, daß also daher Zementverdickungen besonders in der Apexgegend zu suchen sind.

Auch hier vertritt Shmamine die meist geteilte Ansicht. Das periodontale Gewebe des keilförmig in der Alveole steckenden Zahnes wird durch den auf die Krone treffenden Druck (also funktioneller Reiz) am meisten in der Wurzelspitzengegend und an der Bifurkation gereizt. Folglich müssen wir an diesen Stellen in erster Linie sekundäres Zement vorfinden.

Andere Autoren, wie Häupl und Lang, sehen im Zahn einen zweiarmigen Hebel mit der Drehachse im Bereich des Alveolarrandes. Die apicalen Partien machen demzufolge größere Ausschläge, die Erschütterungen in dieser Gegend werden größer. Es muß dort also zu einer stärkeren Apposition kommen, die gegen den ruhenden Alveolarrand allmählich abnimmt.

Kronfeld macht Versuche über Zementhyperplasien an nicht funktionierenden Zähnen und findet, daß schon vor dem Durchbruch eine Zementverdickung am Apex und in der Bifurkation vorhanden ist. Er sucht diese Erscheinung folgendermaßen zu erklären:

> „Sowohl retinierte als auch durchbrechende und antagonistenlose Zähne bewegen sich in der Richtung der Zahnachse kronenwärts. Dabei werden die Bindegewebszüge zwischen Zahnoberfläche und Knochen gespannt. Im Bereiche der Bifurkation und an der Wurzelspitze kommt es schon sehr frühzeitig zu einer Verbreiterung des Periodontalraumes durch das Heraussteigen des Zahnes und wohl hauptsächlich durch den von den Sharpey'schen Fasern vermittelten Zugreiz zu einer reparatorischen Zementapposition, die bereits die Form einer Zementhyperplasie besitzt."

Des öfteren beobachten wir bei Zahnentfernungen, daß Teilchen des Alveolarknochens am Zahn hängen geblieben sind. Die Knochenteilchen sind fest mit dem Zahnzement verbunden. Eine Verwachsung von Zement und Knochen muß stattgefunden haben. Es ist klar, daß solche Zähne einer Extraktion großen Widerstand entgegensetzen können. Frakturen mit nachfolgender Ausmeißelung sind oft die Ergebnisse dieser Extraktionsversuche. Euler stellt die Möglichkeiten der Verwachsung von Zahn und Alveolarknochen in drei Gruppen zusammen:

> „Erstens diejenigen Fälle, bei denen aus besonderen Gründen heraus ein starker Wechsel von Resorption und Apposition mit

schließlich überwiegender Apposition stattgefunden hat. Hierher gehören Retention, Replantation, Resektion, Fraktur, Persistenz von Milchzähnen und bisweilen auch maligne Tumoren.

Zweitens diejenigen Fälle (normalstehende und funktionierende Zähne), bei denen von vornherein die Apposition im Vordergrunde steht. Die Apposition kann betreffen Zement oder Alveolarknochen oder auch beide zugleich.

Bei der dritten Gruppe endlich schließt sich die Vereinigung von Zement und Knochen an degenerative Vorgänge an, innerhalb der Wurzelhaut, kalkige Form, hyaline Form."

Auf diese Tatsache einer Verwachsung weist Gottlieb mit folgenden Worten hin:

„Verwachsungen zwischen Zement und Alveolarknochen kommen vor."

Zur Aetiologie bemerkt er:

„Diese Verwachsungen sind der Ausdruck einer besonders energischen Abwehrmaßnahme von seiten des Zementes (Schutzzement) gegen Prozesse, die auf eine Ausstoßung des Zahnes hinarbeiten und keinen Zusammenhang mit primären Zahnerkrankungen haben."

Nicht nur Zement und Knochen können miteinander verwachsen, sondern bei starken Zementverdickungen kann es auch zur Verschmelzung von zwei oder mehr Wurzeln kommen, ja es kommt sogar vor, daß die Wurzeln benachbarter Zähne miteinander verwachsen. Sternfeld schreibt hierüber:

„Verwachsungen an Zahnwurzeln gehen in der Weise vor sich, daß nach Resorption des trennenden Alveolenseptums die beiden in Kontakt tretenden Wurzeln durch neu sich bildendes Zement miteinander verbunden werden. Die Wurzeln bleiben bei Verwachsungen insoferne gesonderte Gebilde, als jede ihren selbstständigen Pulpenkanal besitzt."

In diesem Zusammenhang sei es mir gestattet, klinischer Erscheinungen Erwähnung zu tun, die durch Zementverdickungen verursacht werden können. Ein Patient klagt über Unbehagen leichterer oder schwerer Art, ja er kommt sogar mit dem Bilde einer schweren Neuralgie zu uns in die Sprechstunde. Eine Extraktion folgt der anderen, bis wir schließlich an einem Zahn eine mächtige Zementanlagerung feststellen. Der Kranke ist geheilt. Die Schmerzen bzw. die Neuralgie war dadurch hervorgerufen worden, daß diese Zementverdickung einen Druck auf die anliegenden Nervenzweige ausgeübt hatte. Dies ist hinsichtlich des Unterkiefers ohne weiteres verständlich, da selbst die normalen Wurzeln desselben mit dem Nervus mandibularis oft in nahe topographische Beziehung treten.

Wie ich schon im Laufe meiner Arbeit verschiedentlich erwähnt habe, sind neben Appositions- auch Resorptionsvorgänge am Zement zu beobachten. Vielfach sind ja die Appositionserscheinungen nur die Folge vorangegangener Resorption. Fast bei allen Zähnen können wir am

Zemente, oft sogar bis ins Dentin hinein Resorptionen feststellen, die später dann ausgeglichen wurden. (Abb. 6, 7 und 8). Auch über die Ursache dieser Abbauvorgänge ist man sich nicht einig.

Euler—Meyer behauptet, die Resorptionen gingen einzig und allein von der Wurzelhaut aus. Er sieht die Ursache in einer Stoffwechselstörung des Zementes auf dem Wege über das Periodontium. Das in seiner Ernährung gestörte Zement übt einen Reiz auf die Wurzelhaut aus und veranlaßt sie dadurch zur Resorptionstätigkeit. Zementoklasten treten an Stelle der Zementoblasten. Wir haben es also mit einer Resorption auf pathologischer Grundlage zu tun.

Nach Gottlieb hat jede Resorption eine pathalogische Ursache.

Bauer stimmt Pommer zu und macht den gesteigerten Blutdruck, der teils durch funktionell-mechanische Momente, teils durch Raumbeengung infolge Knochenanlagerung bzw. sekundärer Zementbildung, teils aber auch unter pathologischen Verhältnissen durch entzündliche Momente bedingt ist, für die Abbauvorgänge verantwortlich. Dieser gesteigerte Blutdruck in der Region der kollateralen Gefäße soll in der Gewebsflüssigkeit quantitative und qualitative Aenderungen sowie eine Erhöhung des Gewebsdruckes hervorrufen, die den „zellulären Abbau" am Zement wie am Knochen auslösen.

Shmamine vertritt auch hier eine eigene Ansicht. Wie schon an einer früheren Stelle beschrieben, bildet sich bei jeder Entzündung Granulationsgewebe, in welchem wir Riesenzellen finden, die er Odontoklasten nennt. Diese Odontoklasten sollen das ursprüngliche Zementgewebe zur Auflösung in Form buchtenartiger Nischen, die Shmamine als Howshipsche Lacunen bezeichnet, bringen. Dieser Art des Abbaues gibt er den Namen „lakunäre Resorption".

Münch berichtet von einem eigenartigen Fall einer Resorption an den beiden mittleren unteren Schneidezähnen bei einer 22-jährigen Patientin. Die Wurzeln der bezeichneten Zähne waren bei vollkommen vitaler Pulpa gelockert und bis zur Hälfte resorbiert. Die Alveolen waren mit weitmaschigen Spongiosabälkchen ausgefüllt. Die Anamnese ergab, daß die beiden Zähne im 9. Lebensjahre der Patientin durch orthodonische Behandlung in normale Stellung gebracht worden waren. Hieraus ergibt sich, daß Wurzeln infolge übermäßiger Beanspruchung, wie es bei Anwendung zu rasch wirkender orthodontischer Apparate der Fall ist, ohne Schaden an der Pulpa resorbiert werden können, wobei jeweils der abgebaute Wurzelteil durch Knochenapposition am Boden der Alveole wieder ersetzt wird.

Zum Schlusse möchte ich noch einige meiner Präparate beschreiben, die in das Kapitel „sekundäres Zement", Resorption und Apposition gehören.

Wir sehen in Abb. 5 bei starker Vergrößerung eine mächtige Auflagerung sekundären Zementes. Trotzdem der äußere Teil der Vergrößerung unscharf ist, können wir noch deutlich eine zwiebelartige Lamellierung erkennen. Während nahe dem Dentin die erste Zement-

schicht ziemlich breit ist, werden die Schichten nach außen immer schmäler. Im Präparate sind Massen von Zementkörperchen zu sehen.

Die Abb. 6 demonstriert die Ausfüllung eines Dentindefektes durch sekundäres Zement. In die keilförmige Resorptionslücke hat sich Zement eingelagert. Nahe am Dentin sehen wir nur wenige Zementkörperchen, nach außen nimmt ihre Zahl zu. Wieder ist in der Dentinnähe keine Lamellierung festzustellen, während in der äußeren Schicht eine solche vorhanden ist.

Das nächste Präparat, Abb. 7, veranschaulicht sehr schön das Bild von Resorptionslacunen im Zement, die durch sekundäre Zementneubildung wieder ausgefüllt wurden. Sehr deutlich ist die Resorptionslinie zu verfolgen.

Zum Abschluß bringe ich in Präparat 8 ein Bild, welches einmal Resorption und Apposition im Dentin, dann An- und Abbau am Zement zeigt. Wir sehen an der Wurzelspitze, an der die Resorption bis ins Zahnbein stattgefunden hat, die Einlagerung von Zement. Daß es auf diese Weise zu völligem Verschluß des Foramens kommen kann (es handelt sich um einen pulpentoten Zahn), ist klar. Weiter zeigt sich uns nach einer Resorption am Zement die Anlagerung von sekundärem Zement. Auch hier tritt die Resorptionslinie klar zu Tage.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. M ü n c h für die freundliche Zuweisung des Themas, für die vielfachen Anregungen und Ratschläge, sowie für die liebenswürdige Unterstützung bei der Herstellung der Mikrophotographien meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Am 23. März 1912 wurde ich als Sohn des Schiffers Josef Lück und seiner Ehefrau Anna Maria, geb. Becker, in Saarburg (Bez. Trier) geboren. Von Ostern 1918 ab besuchte ich die Volksschule in Saarburg und wurde Ostern 1925 in die Quinta des Kaiser-Wilhelm-Gymnasiums in Trier aufgenommen, wo ich am 15. März 1933 die Reifeprüfung ablegte. Ab Sommersemester 1933 oblag ich in Würzburg dem Studium der Zahnheilkunde. Mein Physikum bestand ich nach dem Wintersemester 1934/35. Anschließend verbrachte ich ein halbes Jahr im freiwilligen Arbeitsdienst in der Eifel. Die restlichen 3 Semester studierte ich wieder in Würzburg, wo ich am 14. Mai 1937 meine Approbation als Zahnarzt erhielt. Seither bin ich als Volontärassistent am zahnärztlichen Institut auf der konservierenden Abteilung tätig.

Abb. 1. Längsschliff durch eine Molarenwurzel.

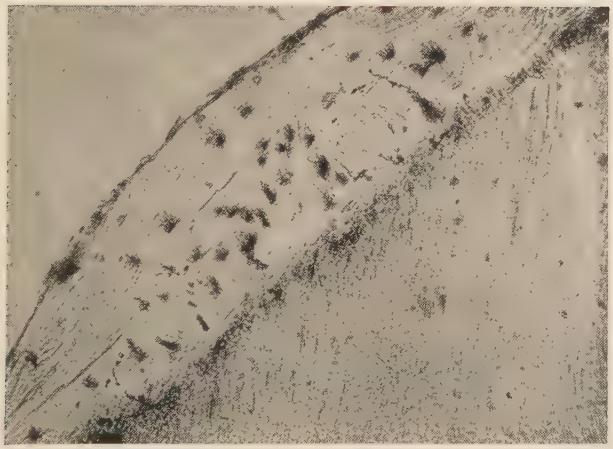

Abb. 2. Zahnschliff bei stärkster Vergrößerung.

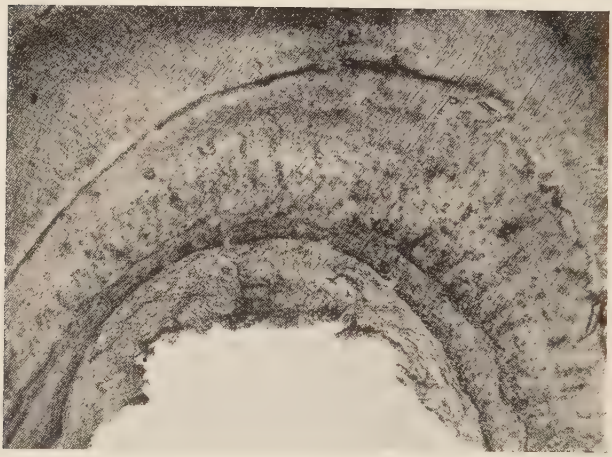

Abb. 3. Längsschnitt durch die Bifurkation eines Molaren.

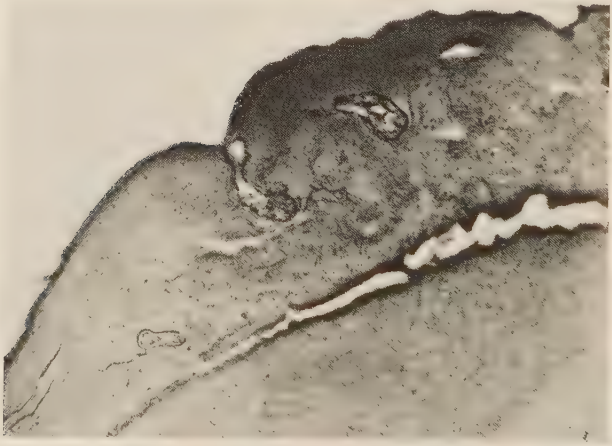

Abb. 4. Längsschnitt durch eine Molarenwurzel.

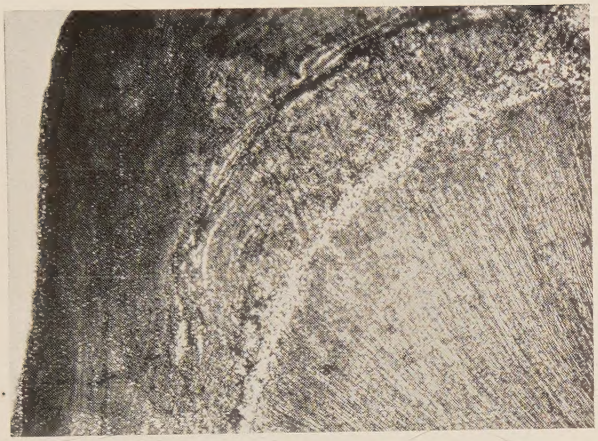

Abb. 5. Querschnitt durch das untere Wurzeldrittel eines Prämolaren.

Abb. 6. Längsschnitt durch einen Eckzahn.

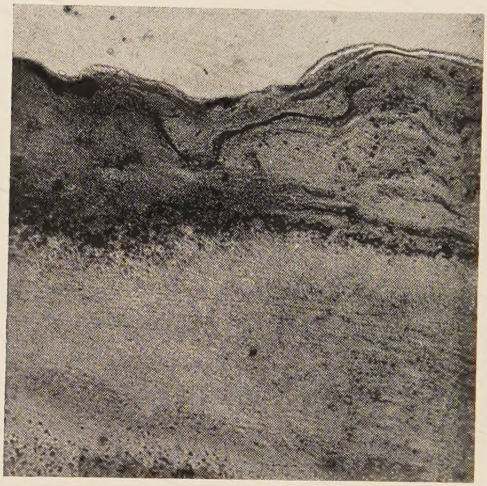

Abb. 7. Längsschnitt durch einen Prämolaren.

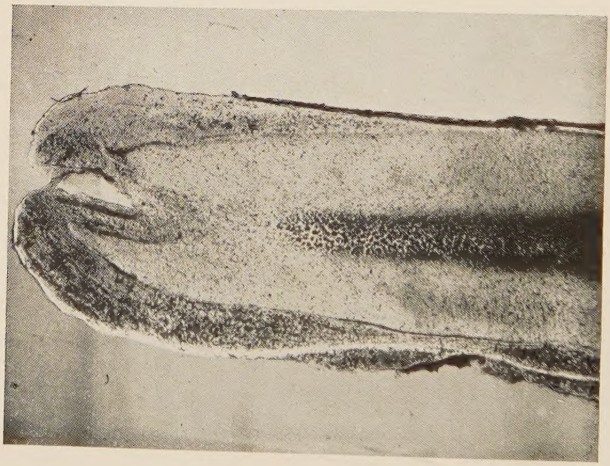

Abb. 8. Längsschliff durch eine Molarenwurzel.